

机械工程实验班专业课《设计与制造（2）》



清华大学

零件机械加工装配 大作业布置

清华大学机械工程系

吴丹、刘磊

2024年春季学期

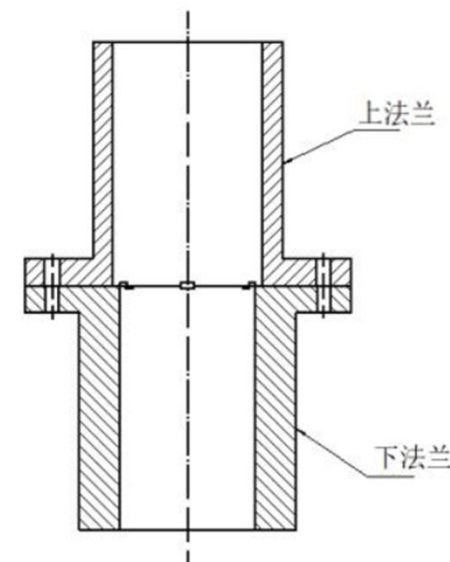
教学目的

学生以小组为单位, 完成一个法兰装配组件制造问题的探究

■ 加深对制造基本原理和方法的理解, 获得制造工程的实践经验

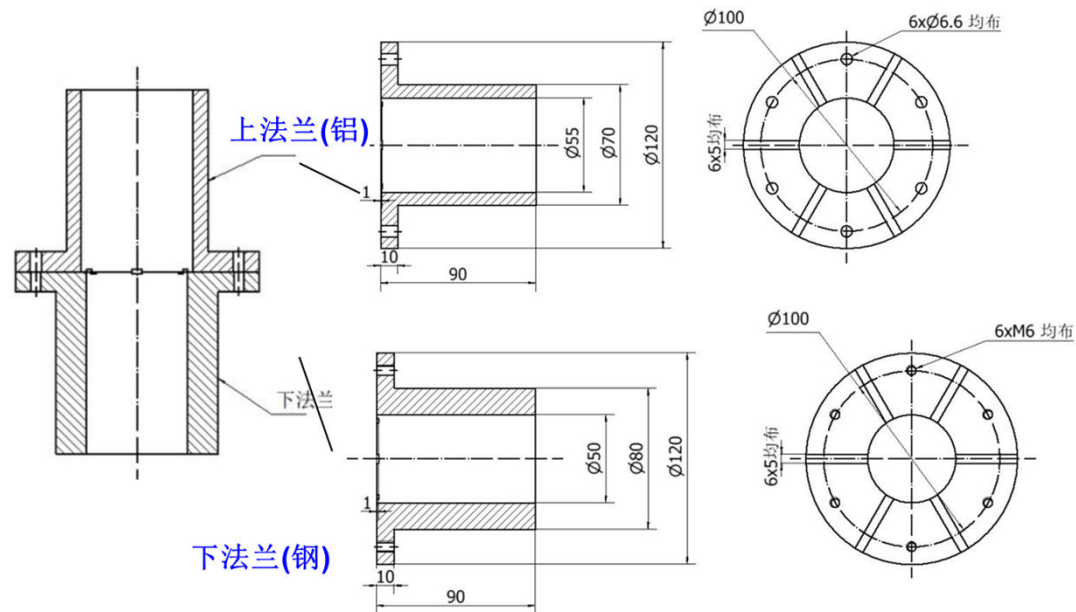
- ✓ 掌握机械制造精度的基本概念与检测方法
- ✓ 利用有限元或理论方法分析和预测装配精度
- ✓ 掌握CAD/CAM集成化设计与数控加工的方法
- ✓ 法兰零件装配工艺设计与操作（装配与测量工具使用）

■ 学以致用, 培养和提高运用知识解决制造问题的能力



机械加工、装配和检测任务

1. 设计法兰零件
2. 数控加工法兰零件
3. 测量两法兰配合面的形位误差
4. 对法兰结构进行建模仿真，计算出保证装配法兰同轴度误差最小情况所需的螺栓扭矩（3~6Nm）及装配相位
5. 手动安装螺钉，完成法兰装配
6. 使用V形块和千分表测量同轴度，对比预测结果，分析产生差异的原因



- 下法兰：材料Q235，均布6个M6螺纹孔
- 上法兰：材料铝合金，均布6个 $\varnothing 6.6$ 通孔
- 上下法兰配合面都等分成六个不等高的环扇形区域，深度0.1~0.3mm，因此，存在六个装配相位

评价标准

- 零件设计与加工（20%）：设计规范性、工艺合理性
- 理论分析（40%）：科学性、创新性、设计思路表达
- 装配过程（10%）：操作装配与测量工具的规范与熟练程度
- 装配结果（30%）：同轴度调整与测量结果、测量时间

位置点	上法兰E截面	上法兰F截面	上法兰P截面	上法兰Q截面
0°				
60°				
120°				
180°				
240°				
300°				

同轴度检测方法国家标准

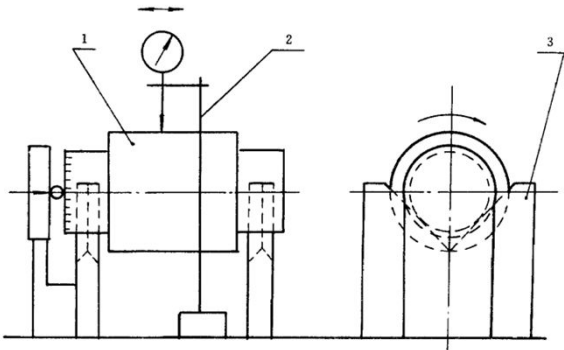


图 7

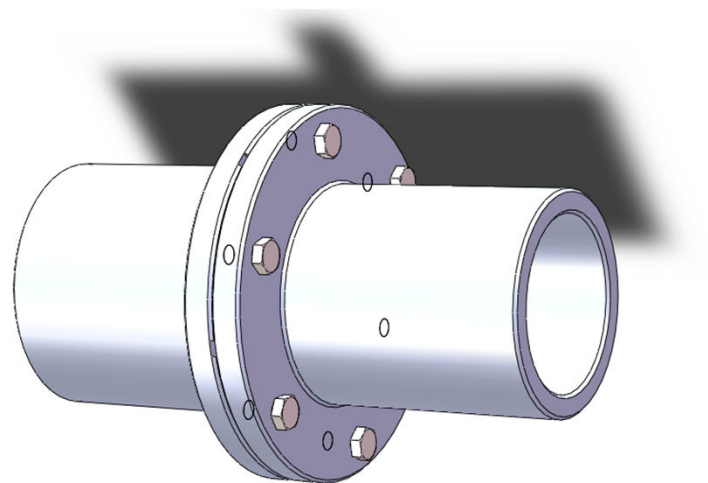
1-被测工件； 2-指示器； 3-V 形架

有限元分析与优化

1. 前处理（模型预处理、材料设置、约束设置、网格划分）
2. 载荷施加与求解（定义载荷信息、执行求解）
3. 后处理（生成并导出目标数据）
4. 高阶操作（Python语言的自动化仿真操作）

思考：

- 如何测同轴度？
- 预紧力与扭矩之间的对应关系？
- 如何处理装配前的间隙？
- 使用Python语言进行自动化操作？



零件设计与数控加工

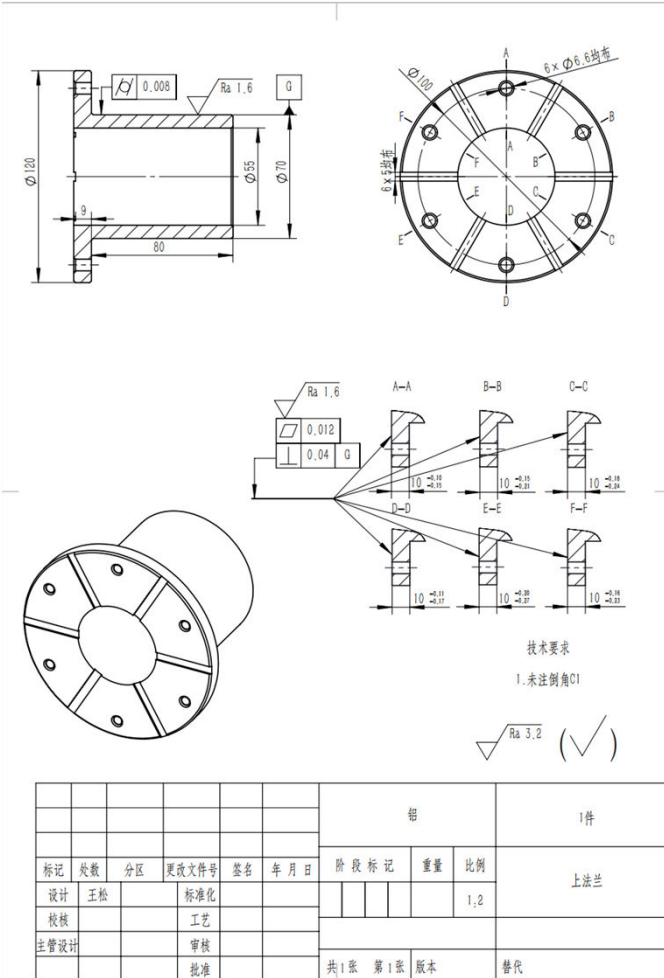
1. 二维工程图设计

2. 数控加工工艺设计

- ① 毛坯准备
- ② 车削：外圆、内孔、端面
- ③ 铣削：配合台阶面、槽
- ④ 钻削：连接孔

3. 数控程序自动编制

4. 机床数控加工



组织方式

- 以小组为单位，分工与合作；每组人数不超过3人；
- 每周与老师交流讨论一次大作业进展；
- 按照进度计划，利用课外时间完成任务。

进度计划

- 第4周：布置作业、组队、任务规划；形位精度测量操作培训
- 第5周：有限元仿真分析、形位精度测量操作练习
- 第6周：有限元仿真培训、仿真分析
- 第7周：有限元仿真优化，完成零件图绘制
- 第8周：大作业讨论、零件加工工艺设计与数控编程
- 第9周：零件数控加工
- 第10周：法兰零件装配与精度测量及调整
- 第11周：大作业讨论、法兰零件装配与精度测量及调整
- 第12周：现场装配比赛、撰写大作业总结报告
- 第13周：最终答辩

提交报告及要求

- 一套设计规范的零件图（第7周提交）
- 一份零件制造工艺路线设计说明书，应重点说明零件技术要求是如何通过制造工艺方法来达到的（第9周提交）
- 第8周和第11周大作业讨论PPT
- 一份大作业总结报告（**最终**提交）

- ✓ 在小组报告中，应明确说明每个组员的贡献度：
 - ✓ 例如：组员甲 45%，组员乙 20%，组员丙 35%；
- ✓ 在小组报告中，应明确说明集中讨论的次数与具体时间；
- ✓ 在个人报告中，应说明完成本人工作每周投入的时间。